

氏 名	古本 猛憲
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	第 5299 号
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学位論文名	Study of nuclear reactions with complex G-matrix interaction (複素 G 行列相互作用を用いた核反応の研究)
論文審査委員	主 査 教 授 櫻木 弘之 副 査 教 授 奥沢 徹 副 査 准教授 有馬 正樹

論 文 内 容 の 要 旨

我々は、近年、新しい複素 G 行列相互作用 (CEG07) を提唱した。この CEG07 は近代的な核力である Extended Soft Core (ESC) potential を用いて作られている。さらにこの CEG07 には、核物質中での飽和特性に対して非常に重要な役割があると言われている三体力の効果が入り入れられている。そして第一段階として、この CEG07 を陽子-原子核弾性散乱の研究に用いた。陽子-原子核間のポテンシャルは、原子核の密度を用いて核子間の相互作用をすべて足し合わせることによって得られる模型である畳み込み模型を用いて導出を行った。このとき、核子間のポテンシャルが感じる密度には局所密度近似が用いられた。その結果、三体力の効果は中心力ポテンシャルの実部にはっきりとあらわれた。このポテンシャルを用いて、陽子-原子核反応解析を行った結果、偏極分解能において、その三体力の効果をはっきりとその効果を見ることができ、三体力の効果により実験データを非常によく再現することが分かった。

さらにこの CEG07 を、本研究の最終目的の 1 つである原子核-原子核反応に用いた。陽子-原子核反応の解析のときと同様に、原子核間のポテンシャルも畳み込み模型で導出を行った。そして、まずは $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ 弾性散乱において解析を行い、その結果ポテンシャルの実部で、よりはっきりと三体力の効果があらわれることが分かった。またこのポテンシャルを用いて得られた結果では、微分断面積でも大きな違いを示し三体力の効果により非常によく実験を再現することが分かった。さらに、このとき高密度領域の効果を取り入れるために用いている局所密度近似の処方についても検証を行った。その結果、原子核-原子核反応において、三体力の効果をはっきりと見ることができた $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ 弾性散乱で用いた処方でのみ非常に良い結果が得られるということが分かった。さらに、 $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ 系だけでなく、 $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$ 、 $^{16}\text{O}+^{28}\text{Si}$ 、 $^{16}\text{O}+^{40}\text{Ca}$ 、 $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系における弾性散乱でも同様な解析を行い、その結果、三体力の効果が原子核-原子核反応において非常に重要な役割があることが分かった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

原子核は数個から数百個の核子(陽子と中性子の総称)で構成された量子多体系であり、原子核構造や様々な原子核反応を、その構成要素である核子間の基本相互作用(核力)に基づいて微視的に記述し理解することは、原子核物理学の大きな目標の一つである。しかし、核力のような強い相互作用で結合した量子多体系の構造や反応を厳密に解く事は、現代の数値計算技術を駆使してもほぼ不可能であり、有効な近似理論が不可欠である。

自由空間で核子間に働く核力はその性質がよく調べられているが、原子核内にある核子間に働く力は、多体効果(媒質効果)のために自由空間の核力とは大きく異なる。自由空間の核力に基づいて核媒質中での有効核力を導出する信頼性の高い近似理論に「ブルックナー理論」があり、そこで得られる有効核力は「G 行列相互作用」と呼ばれる。散乱状態にある核子が核媒質中で受ける有効核力(G 行列)は、核媒質をフェルミ面より高い状態に励起する効果のために一般に吸収項(虚部)をもつ複素数の有効核力(複素 G 行列)となる。

本論文では、ブルックナー理論に基づいて、三体核力(三核子間に同時に作用する相互作用)の効果をも取り入れた最新の複素 G 行列を構成し、Folding Model を用いて、陽子と原子核、および、原子核と原子核の間の複素ポテンシャル(光学ポテンシャル)を理論的に求めた。これらから計算された陽子-原子核散乱および原子核-原子核散乱の散乱断面積を実験データと比較し、極めてよい一致をみた。特に、原子核同士の散乱で三体核力の効果が極めて重要であることを、世界に先駆けて明確に示

した点は非常に高く評価される。これらの研究結果は、原子核反応を自由空間の核力に基づいて微視的に記述し説明するという画期的な成果であるとともに、宇宙物理学でも重要な中性子星や超新星爆発現象の理解に欠かせない高密度核物質の性質を研究するための重要な情報を与える成果でもある。以上の諸点より、本論文は、博士(理学)の学位を授与するに値するものと審査した。